

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2007182008

UDC_____

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

基于高效、安全的
乳化炸药生产线设备的应用研究

Applied research on the emulsified explosive production line
based on the efficient and safe

徐 建

指导教师姓名: 洪 永 强 教 授

专 业 名 称: 机 械 工 程

论文提交日期: 2010 年 09 月

论文答辩时间: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 09 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（
）课题（组）
的研究成果，获得（
）课题（组）经费或实验室的
资助，在（
）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博士论文摘要库

摘 要

随着人们对安全生产、安全操作意识的不断提高,如何高效、安全地实现工业炸药的生产成为现阶段民爆企业需要解决的首要问题,以往的工艺、设备落后,自动化水平低的工业炸药生产线所带来的人员多、效率低、危险性高、消耗大的生产状况已经不能满足使用需求,将面临被淘汰的尴尬境地。国防科工委下发的《全国民用爆破器材业发展“十一五”规划纲要》明确提出:“将重点发展连续化、自动化的工业炸药生产线,限制并逐步淘汰以间断式及手工操作为主要生产方式的工业炸药生产线,使其向着系列化、多品种、高性能、高安全性、高可靠性、低污染方向发展,以满足各种爆破作业的需要。”因此,开展基于高效、安全的乳化炸药生产线设备的应用研究,将对生产线的顺利建成起到至关重要的作用,有着显著的社会经济效益。

某公司现有的间断式乳化炸药生产技术水平目前已远远落后于国内的先进技术,生产工艺相对滞后,连续化、自动化水平较低,多数工序还是以手工作业为主,劳动强度大,生产效率低,且在线作业人员多,人均生产效率仅为国内先进技术的20~30%,且随着国民经济的发展和市场需求的扩大,产能已近饱和,参与省内市场竞争已显勉强,至于开辟省外市场、参与国内统一市场的竞争就更是力不从心。为此只有通过生产技术的改进,提高产品的技术含量、改善产品的结构,引进高效、安全生产设备,才能在竞争中创造并保持优势。

文章通过对全连续、自动化乳化炸药生产技术的调研分析,根据所需要的生产能力进行了工艺选型,再根据要求的生产能力对生产设备进行了设备选型,并通过技术创新寻找更高效、更安全的替代技术和设备,最后通过对设备进行调试和参数优化,以及设备操作维护制度的制定,使设备达到最佳的工作状态,从而实现全连续、自动化乳化炸药生产线的高质量、高效率、安全可靠。

本文第一章主要介绍了课题研究的背景,简述了乳化炸药的发展历史,表明了全连续化、自动化的乳化炸药生产线具有良好的发展前景;分析了乳化炸药生产线存在的优缺点,并提出了本文所要研究的问题。

第二章简要介绍了乳化炸药组分、爆炸原理及基本生产工艺过程;简述了工

艺选型的过程。

第三章主要介绍了连续乳化器、凉药机和乳化炸药装药机等关键性设备的选型。

第四章主要介绍了企业自主创新的一些项目，包括液态硝酸铵输送系统、纸筒悬挂输送系统、装药机辅助出料机构等创新设计和应用。

第五章主要介绍了设备的调试过程，并对部分设备的故障情况进行了分析，充分说明了设备调试对于设备的正常运行的重要性。

第六章主要介绍了设备维护保养的分类，并说明了如何制定企业的设备维护保养制度。

第七章主要介绍了本课题所取得的成效，以及未来课题的研究方向。

关键词： 乳化炸药 液态硝酸铵 乳化器 凉药机 装药机

Abstract

As people on safe production, operation safety consciousness, how to improve the efficient and safe production of industrial explosive as industrial enterprise needs to solve the problem of the past, process, equipment, low level of automation of industrial explosive production line, the low efficiency and high risk, the consumption of large production status, cannot satisfy the demand has been used to face elimination embarrassing. Issued by the national defence following the civil blasting equipment industry development outline for the eleventh five-year plan "will definitely put forward on the development of continuous production line, automatic industrial explosives, restrictions and phasing out by continuous and manual for the main mode of production line, make the industrial explosive toward the seriation, many varieties, high safety, high reliability and low pollution, in order to meet the development needs of various blasting homework." Therefore, based on the efficient and safe of emulsified explosive production line equipment, the application research on successful completion of the production line will be vital role, a significant social and economic benefits.

A company's existing interrupted emulsified explosive production technical level has lagged far behind the domestic advanced technology, production process relatively lags behind, the continuous and automation level is low, most processes or by manual operation, labor intensity and low production efficiency, and online homework personnel, only for domestic per capita production efficiency of 20-30% of advanced technology, and with the development of national economy and the market demand of expanding production capacity, nearly saturated, participate in market competition, but already showed up in domestic market, the emphasis is the market competition. Therefore only through the improvement of production technology, improve the technology of products, improve the structure of products, efficient, safe production equipment, to create and maintain in the competition advantage.

Based on the continuous, automation of emulsified explosive production technology, according to the survey and analysis of the production capacity needed to process, according to the requirements of the selection of production capacity of production equipment and the equipment selection, through technical innovation for a more efficient and safer alternative technologies and equipment, through the debug

and parameter optimization, and equipment operation and maintenance of equipment, the system to achieve the best working condition, so as to realize the automation of emulsified explosive production line, the high quality, high efficiency, safety and reliability.

This paper mainly introduces the first chapter of the research background, this paper expounds the development history of emulsified explosive and showed the emulsified explosive production line has a good development prospect, An analysis of the continuous and automation emulsified explosive production line has advantages and disadvantages, and put forward in this paper to study the problem.

The second chapter briefly introduces emulsified explosive and basic principle of explosion, production process, Describes the process of selection process.

The third chapter introduces the continuous emulsion, Material cooling machine and emulsified explosive loading machine ,etc.

The fourth chapter basically introduces some of self-directed innovation projects, including liquid ammonium nitrate and conveying system, carton suspension conveyor system, charging machine auxiliary material institution innovation such as design and application.

The fifth chapter introduces the debugging process and equipment for part of equipment malfunction were analyzed, the equipment for the normal operation of the equipment debugging of importance.

The sixth chapter mainly introduces the classification of equipment maintenance, and illustrates that how to formulate the enterprise equipment maintenance system.

The seventh chapter mainly introduces the achievements of this topic, and the future research direction of the subject.

Keywords: emulsive explosives Liquid nitric acid Emulsion device
 Material cooling machine Emulsified explosive loading machine

目 录

第一章 引言	1
1.1 课题背景	1
1.2 乳化炸药的发展	2
1.3 提出问题	4
1.4 课题研究内容	5
第二章 乳化炸药生产线工艺选型	7
2.1 乳化炸药概述	7
2.2 乳化炸药生产工艺	9
2.3 生产线产能设计与工艺选型	11
第三章 乳化炸药生产线设备的选型	23
3.1 设备选型的原则	23
3.2 连续乳化器的选型	23
3.3 凉药机的选型	27
3.4 装药机的选型	30
第四章 创新设计与应用	36
4.1 液态硝酸铵输送系统的创新设计 ^[18]	36
4.2 纸筒悬挂输送系统的开发应用	43
第五章 设备的调试与结构优化	49
5.1 设备的调试步骤 ^[19]	49
5.2 液态硝酸铵输送系统的调试	49
5.3 EL20-2 型装药机的调试	51
5.4 RZZY6000 型装药机的调试	53
5.5 本章小结	54
第六章 设备的维护与保养	55
6.1 分类 ^[20]	55

6.2 设备维护保养制度 ^[21]	55
6.3 本章小节	60
第七章 结论与展望	61
7.1 课题所达到的预期效果	61
7.2 未来课题研究方向	61
参考文献	63
致 谢	64

第一章 引言

本章主要介绍了本文的课题研究背景；简述了乳化炸药的发展历史以及我国乳化炸药的发展现状；表明了全连续化、自动化的乳化炸药生产线具有良好的发展前景；分析了乳化炸药生产线存在的优缺点；并提出了本文所要研究的问题。

1.1 课题背景

1.1.1 乳化炸药的需求量日益增加

“十一五”期间，我国处于经济平稳较快发展和社会和谐进步的有利时期，产业结构加快调整和城镇化加快发展，基础设施建设投入大幅度增加，民爆器材市场需求潜力巨大，为民爆行业持续发展提供了机遇，对乳化炸药等含水型的环保炸药的需要量也将逐年增加。

从省内的发展情况看，“十五”期间，乳化炸药的消耗量从8917吨增至20817吨，年平均增长率为20.4%。未来几年，随着厦门湾、福州港、湄洲湾等年吞吐量超亿吨的大型深水港口建设，随着厦门海沧港区、嵩屿港区、漳州招银港区、古雷港区，福州罗源湾港区、江阴港区、松下港区、闽江口内港区，湄洲湾秀屿港区、肖厝洋屿港区、斗尾港区，宁德三都澳港区、沙埕港区等港区的建设、发展，以及尤溪街面电站、宁德洪口电站、寿宁牛头山电站的建设，乳化炸药的需求量估计将保持每年10%~15%的增长速度。

1.1.2 低污染、安全性高、性能优良的炸药品种将成为未来市场的主角

随着人们对安全生产、安全操作意识的不断提高，如何高效、安全地实现工业炸药的生产成为现阶段民爆企业需要解决的首要问题，以往的间断式生产工艺、设备落后，自动化水平低的工业炸药生产线所带来的人员多、效率低、危险性高、消耗大的生产状况已经不能满足使用需求，将面临被淘汰的尴尬境地。根据国防科工委下发的《全国民用爆破器材业发展“十一五”规划纲要》精神，“十一五”期间，我国的工业炸药向多品种、系列化、低成本、低污染、原材料来源丰富、性能优良、安全可靠的方向发展。到“十一五”末期，低感度、散装、系

列化的含水炸药和环保型高性能粉状包装炸药将占炸药生产总量的80%以上^[1]。

在国家行业管理部门相关政策鼓励和支持下,工业炸药的生产工艺技术得到迅猛发展,产品技术的不断改进,连续化、自动化技术的运用,带来了工业炸药生产技术的提高和生产方式的改变,一批产品性能优良、设备和工艺先进、生产线布局合理、本质安全程度明显提高的花园式现代化炸药生产企业在全国各地涌现,对全行业思想观念的转变和技术水平的提高起到了积极的推动作用。

1.2 乳化炸药的发展

1.2.1 乳化炸药发展历史回顾

乳化炸药技术由美国人H. F. Bluhm于1969年在文献中首次披露,当时的乳化炸药需借助中继药包引爆,使用较为不便,之后的研究主要围绕配方的敏化展开。1972年美国Du Pont公司利用有机胺硝酸盐来提高本文的爆轰感度,提供了一种能在25~76mm炮孔内稳定传爆的乳化炸药。1973年英国帝国化学公司利用吸留气体和锆离子催爆剂两种方法,发送了乳化炸药的爆轰感度。1977年美国Atlas公司提出用粒度适宜、质量良好的空心玻璃球作敏化剂使乳化炸药具有了雷管感度。1978年Wade等公布的关于油包水型乳化炸药的连续生产工艺与设备的专利和文献“Emulsions-Viva La Difference”的发表,标志着乳化炸药进入大规模工业化生产和现场应用阶段,引起世人广泛重视^[2]。

进入20世纪80年代后,关于乳化炸药的密度调整技术、复合乳化剂、乳化设备与工艺、乳化炸药的现场装药车、无水乳化炸药、乳化铵油炸药等专利相继公布,使乳化炸药技术迅速发展。同时乳化炸药的基础理论研究也取得一定进展,初步认清了不同硝酸盐及无机盐组成的水溶液尝试与析晶关系、不同油类组成的油相对乳化炸药稳定性的影响、液滴直径与乳化炸药稳定性的关系等重要的理论问题。人们研制出的乳化炸药品种已超过百种,并不断增多^[3]。

1.2.2 国内乳化炸药生产线现状^[4]

我国的乳化炸药是20世纪70年代末开始研制的。表面活性剂能够改善浆状炸药性能的事实,启发我国科技人员如图探索改变浆状炸药内部结构的研究工作,北京矿冶研究总院引入乳化技术,首先发明了我国第一代乳化炸药——EL系列乳

化炸药，并在宣化龙烟铁矿完成工业试生产，于1980年9月通过冶金部组织的技术鉴定。它采用间断式工艺生产，年产1500吨。

为了改变乳化炸药间断式生产线存在的生产规模小、设备陈旧、技术含量不高、安全隐患比较多等缺陷，20世纪90年代后期，我国各研究院（所）以及有研发实力的企业对乳化炸药技术和设备不断地进行改进和完善，使乳化炸药工艺和设备有了长足的发展和进步。随着炸药生产技术的发展，乳化炸药进入了一个以提高产品质量和降低成本、改进工艺为中心的发展新阶段，特别是在生产线的自动控制方面取得了很大的进步。PC控制系统的应用，使乳化炸药生产自控过程趋向智能化，现在微机控制连续化生产工艺已经成为主流，包括应运而生的一些装备也日渐成熟和被生产企业所认同，如：各种乳化器、连续冷却装置、连续敏化机、自动装药机和连续中包技术等。近年来，从工艺设备、产品各类、技术水平、产品质量，到生产规模都有了长足的发展。

原始的间断式生产作业方式正被先进的连续化生产线所替代。国内已有不少单位，如北京矿冶研究总院、长沙矿山研究院等，均已设计制造出各具特色的连续化生产线，并在全国范围内进行广泛推广。同时，我国的乳化炸药产品与生产技术除向港、澳地区销售外，还已走向国际市场，向周边国家以及非洲国家等地出口，生产技术向国外转让。例如，由北京矿冶研究总院提供技术与设备，于1994年底在蒙古国建成一座年产1万吨的乳化炸药厂，采用连续乳化和间断乳化相结合的工艺，可以生产两种不同雷管感度和不同适用条件的多品种炸药，并能与装药车配套完成有水炮孔的预装药，该生产线采用集中控制，对炸药生产的计量、温度、液位实现了微机监测和自动控制。

随着研发实力和生产技术水平的提高，我国乳化炸药生产的某些技术已经处于国际先进水平，职业安全和卫生条件也有了明显的提高和改善。进入21世纪以来，新产品、新技术、新工艺、新装备不断涌现，取得了世人瞩目的成就。

1.2.3 企业技术现状

作为省内规模较大的民爆生产企业，公司始终保有强烈的发展意识，经过近几年的努力拼搏和发展壮大，企业已跻身于全国民爆行业前列。1997 年以来，企业生产经营各项指标一直位居行业十强（2001 年，在全国 410 多家民爆生产企业中，工业炸药生产总量、销售总量位居第 7；工业总产值位居第 6；销售总

额位居第 7；利税总额位居第 10)，已进入民爆行业择优扶强的重点优势企业之列。但是，这只能说是具备了进一步做大做强企业的先机条件，现在，行业改革、发展的速度逐步加快，企业必须顺应行业改革发展方向，着眼于发展规模经营。

随着民爆技术的不断提高，原有的半连续式乳化工艺已远远落后于现今民爆行业的发展水平。近年来，省内同行企业许多厂家有的已通过资产重组，调整企业结构，扩大了生产能力、拓宽了市场；有的已通过技术改进，提高了生产技术水平，改善了产品结构。企业现有的乳化炸药生产技术水平目前已远远落后于国内的先进技术，人均生产效率仅为国内先进技术的 20~30%，且随着国民经济的发展和市场需求的扩大，年产 4000 吨的能力，已近饱和，参与省内市场竞争已显勉强，至于开辟省外市场、参与国内统一市场的竞争就更是力不从心。为此只有通过生产技术的改进，提高产品的技术含量、改善产品的结构，才能在市场竞争中创造并保持优势。

1.3 提出问题

企业的乳化炸药生产采用半连续式工艺技术，工房整体设备老化，工艺布局不合理，生产工艺相对滞后，连续化、自动化程度水平较低，多数工序还为手工作业，劳动强度大，生产效率低，且在线作业人员多，与目前发展的全连续化、自动化乳化炸药生产工艺相比，已经落后，亟待改进提高。特别是以下几个方面可以得到进一步的改进：

1、固体硝酸铵破碎工艺

长期以来，国内的炸药企业均以固体硝酸铵作为原材料进行炸药生产，在设计中既要考虑庞大的硝酸铵库，又要设计大吨位的硝酸铵破碎机，是蒸汽用量的大户。可以借鉴国外使用硝酸铵溶液的做法，以减少能耗、降低成本。

2、用胶体磨作为乳化设备

胶体磨由于其动、静磨片间的间隙非常小，比炸药的临界直径小得多，经胶体磨乳化后的基质粒子细小，感度较高，存在极大的安全隐患。事故案例证实，胶体磨内的乳胶基质的确能被起爆和传播爆轰。因而必须寻求更安全、更可靠的乳化设备。

3、分批冷却物料

传统的半连续式生产工艺一般采用药车风冷的方式冷却基质，冷却效果差（基质内部的温度与基质表面的温度存在较大的差异），冷却效率低（正常冷却时间需要半个小时），严重影响了产能的提高。

4、采用半自动化装药设备

半自动化的装药机要求手动装纸筒、手动窝口、手动退药卷，因而人员配置多，且工作量大，生产效率低，目前国内已有多种全自动装药机相继问世，自动化程度有了大幅的提高，能够解决半自动装药机带来的问题。

5、连续化、自动化程度低

半连续式生产工艺多为人工操作，制药工序与装药工序之间的衔接由人工推送小车来完成，各温控点及蒸汽压力均采用人工监测，设备的开停机也在现场人工操作，连续化、自动化程度低，严重制约了产能的提高。

6、设备维护保养制度不够完善

企业在设备的维护保养工作上不够重视，员工对设备的保养意识不够，导致设备老化进程加剧，维护成本提高，给企业的发展带来了很大的影响。

1.4 课题研究内容

如何配置安全、合理、高效的乳化炸药生产线是当前以及未来炸药生产行业将要面临的首要问题，只有从工艺和设备的角度进行深入的应用研究，才能更好地把握设备的选型参数，这将对生产线的顺利建成起到至关重要的作用，有着显著的经济效益。本文着重进行以下几个方面的工作：

1、乳化炸药生产线工艺选型。主要介绍在乳化炸药生产线的工艺选型中应注意的问题，以及如何进行相关配套设备的产能计算。

2、乳化炸药生产线关键设备选型。乳化器、凉药机、装药机等设备对生产线的安全问题、质量问题起着至关重要的作用，因而选型工作变得非常的重要，本章主要以设备的结构原理作为重点进行选型介绍。

3、创新设计与应用。主要介绍了硝酸铵溶液的应用和纸筒悬挂输送系统的应用。

4、设备的调试与结构优化。主要介绍液态硝酸铵输送系统、EL20-2型装药机和RZZY6000型装药机的调试过程，通过结构优化改进使设备达到最佳的使用效

果。

5、设备的维护保养。介绍设备维护保养制度的分类以及如何制定设备的维护保养制度。

6、成果与展望。介绍本课题所取得的成果，并对未来的进一步研究进行了说明。

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库